

(51) 国際特許分類6  
F27B 15/10

A1

(11) 国際公開番号

WO99/42777

(43) 国際公開日

1999年8月26日(26.08.99)

(21) 国際出願番号

PCT/JP98/04300

(22) 国際出願日

1998年9月24日(24.09.98)

(30) 優先権データ

特願平10/38970

1998年2月20日(20.02.98)

JP

(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)

川崎重工業株式会社

(KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP]

〒650-8670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号

Hyogo, (JP)

(72) 発明者 ; および

(75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ)

野本博樹(NOMOTO, Hiroki)[JP/JP]

〒655-0872 兵庫県神戸市垂水区塩屋町6-14-9 Hyogo, (JP)

岸本充晴(KISHIMOTO, Mitsuharu)[JP/JP]

〒675-0151 兵庫県加古郡播磨町野添2丁目185番地3

Hyogo, (JP)

清水雅樹(SHIMIZU, Masaki)[JP/JP]

〒651-2272 兵庫県神戸市西区狩場台5-7-11 Hyogo, (JP)

堤香津雄(TSUTSUMI, Kazuo)[JP/JP]

〒651-2215 兵庫県神戸市西区北山台3-25-10 Hyogo, (JP)

齋藤雅英(KAZARI, Masahide)[JP/JP]

〒674-0056 兵庫県明石市大久保町山手台2-67-2 Hyogo, (JP)

(74) 代理人

弁理士 角田嘉宏、外(SUMIDA, Yoshihiro et al.)

〒650-0031 兵庫県神戸市中央区東町123番地の1

貿易ビル3階 Hyogo, (JP)

(81) 指定国

AU, BR, CA, CN, MX, RU, TT, US, 欧州特許  
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE)

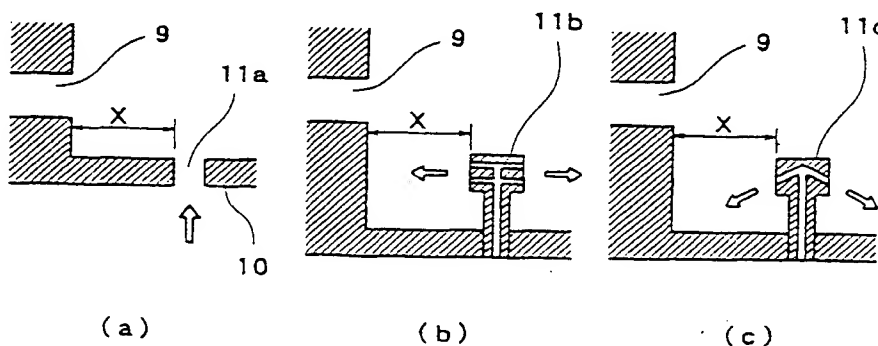
添付公開書類

国際調査報告書

*This paper or fee is being deposited  
with the United States Postal  
Service "Express Mail Post Office  
to Addressee" under 37 CFR § 1.10  
Mailing Label No. EL 502308533US*

(54) Title: MULTICHAMBER DIVISION TYPE FLUIDIZED BED FURNACE

(54) 発明の名称 多室分割型流動層炉



(57) Abstract

A fluidized bed furnace in which the height difference between the fluidized beds of the front and rear divided chambers is appropriate and does not cause back mixing. When the vertical position of the communication port (9) for moving the material from the upstream-side divided chamber to the downstream-side divided chamber is  $1/4$  the height of a fluidized bed, the length of the communication port (9) is more than 100 mm, and the gas nozzle is directed almost vertically upward, arrangements are made so that the distance (x) from the inlet of the communication port (9) to the end face of the upstream-side nozzle is larger than 150 mm, that the distance (x) from the outlet of the downstream-side closed portions of the communication port (9), an angle formed with respect to the horizontal plane by a line connecting the corner of the upper surface of the communication port and the gas blowout opening is set larger than the angle of repose of the powder material.

高層上口9方ノのく、も、て  
 層に、連絡し側9のく、も、て  
 流動のため、連絡し側9のく、も、て  
 のため、連絡し側9のく、も、て  
 室のた、連絡し側9のく、も、て  
 分割、連絡し側9のく、も、て  
 の、連絡し側9のく、も、て  
 前後、連絡し側9のく、も、て  
 提供、連絡し側9のく、も、て  
 炉を、連絡し側9のく、も、て  
 せ、連絡し側9のく、も、て  
 さ、連絡し側9のく、も、て  
 生、連絡し側9のく、も、て  
 を、連絡し側9のく、も、て  
 グ、連絡し側9のく、も、て  
 シ、連絡し側9のく、も、て  
 キ、連絡し側9のく、も、て  
 ミ、連絡し側9のく、も、て  
 ク、連絡し側9のく、も、て  
 バ、連絡し側9のく、も、て  
 差、連絡し側9のく、も、て

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦  
 AL アルバニア  
 AM アルメニア  
 AT オーストリア  
 AU オーストラリア  
 AZ アゼルバイジャン  
 BA ボスニア・ヘルツェゴビナ  
 BB バルバドス  
 BD バングラデシュ  
 BE ベルギー  
 BG ブルガリア  
 BH バハレーン  
 BI ビリ  
 BJ ブルンジ  
 BM バルモサ  
 BN ブルネイ  
 BO ボリビア  
 BR ブラジル  
 BS バルバドス  
 BT ブータン  
 BV バルバドス  
 BW ボツワナ  
 BY ベラルーシ  
 BZ ベリズ  
 CA カナダ  
 CC ココ  
 CE センガル  
 CH スイス  
 CI コートジボアール  
 CL チリ  
 CM カメルーン  
 CN 中国  
 CO コロンビア  
 CR クリスタ  
 CU キューバ  
 CY キプロス  
 CZ チェコ  
 DE ドイツ  
 DK デンマーク  
 EE エストニア

ES スペイン  
 FI フィンランド  
 FR フランス  
 GA ガボン  
 GB 英国  
 GD グレナダ  
 GE ジョージア  
 GH ガナ  
 GM ギニア  
 GN ギニア  
 GR ギリシャ  
 GT グアテマラ  
 GU グアム  
 GU ハンガリー  
 HU ハンガリー  
 ID インドネシア  
 IE アイルランド  
 IL イスラエル  
 IN インド  
 IS アイスランド  
 IT イタリア  
 JM ジャマイカ  
 JP 日本  
 KE ケニア  
 KG キルギスタン  
 KH カンボジア  
 KR 韓国  
 KZ カザフスタン  
 LC セントルシア

LI リヒテンシュタイン  
 LR リベリア  
 LS レソト  
 LT リトアニア  
 LU ルクセンブルグ  
 LV ラトヴィア  
 MC モナコ  
 MD モルドバ  
 MG マダガスカル  
 MK マケドニア  
 ML マリ  
 MN モンゴル  
 MR モリタニア  
 MW マラウイ  
 MX メキシコ  
 NE ニジェール  
 NL オランダ  
 NO ノルウェー  
 NZ ニュージーランド  
 PL ポーランド  
 PT ポルトガル  
 RO ルーマニア  
 RU ロシア  
 SD スーダン  
 SE スウェーデン

SG シンガポール  
 SI スロベニア  
 SK スロバキア  
 SL シエラ・レオネ  
 SN セネガル  
 SZ スワジランド  
 TD チャド  
 TG トーゴ  
 TJ タジキスタン  
 TM トルコ  
 TR トルコ  
 TT トリニダード・トバゴ  
 UA ウクライナ  
 UG ウガンダ  
 US 米国  
 UZ ウズベキスタン  
 VN ヴェトナム  
 VU ヴニツ  
 YU ユーゴスラビア  
 ZA 南アフリカ  
 ZW ジンバブエ

## 明 細 書

## 多室分割型流動層炉

## 5 [技術分野]

本発明は流動状態にある粉粒体を処理する流動層炉に関する。

## [背景技術]

多孔板または散気管を持つ容器に粉粒体を投入し、気体を多  
10 孔板または散気管を通して流入させ、この気体の流速を増して、  
気体の速度に対応した粉粒体に作用する上向きの力と粉粒体の  
重力を釣り合った状態にさせると、粉粒体はいわゆる流動状態  
を呈する。この流動層内では粉粒体は上昇する気流によって活  
15 発な運動を行っており、層全体の温度をほとんど一定に保つこ  
とができると共に、その制御も容易であることから、流動層炉  
は様々な工業分野において広く利用されている。例えば、近年、  
製鉄、製鋼用原料として注目されているアイアンカーバイドを  
製造するために流動層による製造プロセスが使用されており、  
鉄鉱石を粉体にして流動層炉に充填し、還元ガス（水素ガス）  
20 と炭化ガス（例えばメタンガスなど）の混合ガスと所定温度で  
反応させることで、鉄鉱石内の鉄酸化物を還元および炭化させ  
てアイアンカーバイドが製造されている。

この種の技術として、特開平 1-176003 号公報には、  
第 25 図に示すように、「原料投入口 21 と排出口 22 を有す  
25 る流動層炉 23 の内部を流動化板 24 で上下に仕切り、流動化  
板 24 の下方にガス吹込室 25 を設け、流動化板 24 の上方の  
流動化室 26 を仕切板 27 によって複数に分割し（26a～2  
6e）、仕切板 27 と流動化板 24 の間には間隙（連絡口）を

設け、この連絡口を経て流動層炉 2 3 に投入された原料が投入口 2 1 から排出口 2 2 に向かって流動状態で流れることを特徴とする流動層粉体処理装置」が記載されている。

しかし、第 2 5 図に示す流動層炉では、分割室から分割室への移動は仕切板 2 7 下部に設けた、単なる孔である連絡口により行う方式であるため、隣接する分割室の圧力バランスによってはバックミキシング（下流側分割室内の原料が上流側分割室へ逆移動する現象）が生じることがあり、そのため流動層を分割することによる効果が減殺されてしまう。そこで、本発明の  
10 理解を容易ならしめるために、バックミキシング及びそれに関連する従来の流動層炉の有する問題点について詳細に説明する。

一般に流動層炉では、原料である粉粒体鉱石を焼成したり、反応させたりする。そのためには鉱石が炉内に滞留する時間を長くすることが好ましい。滞留時間を長くするには、炉径を大きくするか又は炉内に滞留する鉱石層高を大きくすればよいが、  
15 前者方法は設備コストが大幅に上昇するし、後者方法は炉が大きくなるばかりでなく、ガス供給用コンプレッサーの動力が大幅にアップして運転コストが増大する。

そこで考案されたのが、公知の種々のガス分散器と仕切板を  
20 組み合わせた流動層炉である。例えば、分散板方式の場合、第 1 図に示すように、底部に風箱 1 を有し、風箱 1 の上方のガス分散器 2（分散板）に設けた多数のガス吹出しノズル 3 よりガスを噴出してガス分散器 2 上に粉粒体の流動層 4 を形成し、この流動層 4 を仕切板 5 によって複数（4 a、4 b、4 c）に分割した多室分割型流動層炉が知られている。流動層を多室に分割すると（流動層の分割数  $n$  を大きくすると）、鉱石の炉内滞留時間は第 2 図に示すように大幅に増大する。第 2 図において、  
25  $n = 1$  は流動層を分割しなかった場合を示す。

特に、アイアンカーバイド製造プラントのように、数時間以上の炉内滞留時間を必要とするものでは、流動層を多室分割にすることは避けられない（例えば、4分割とか7分割）。ところで、このような特長を有する多室分割型流動層を実現するには、次の2つの要点を満たすことが必須である。

① バックミキシングが生じないこと

すなわち、第3図に示すように、鉍石のほとんどが仕切板6によって仕切られた上流側分割室7から下流側分割室8へ連絡口9を経て流れることが必要である。その逆に下流側分割室8から上流側分割室7へ流れる現象（バックミキシング）が生じた場合には、流動層を分割する効果が低減されてしまう。例えば、4分割の場合でも、バックミキシングが生じると、第2図に示す鉍石の炉内滞留時間分布曲線は、第4図に示すように、 $n = 4$ のそれではなく、点線で示すように、 $n = 2$ に近い分布の曲線になることがある。

② 上流側分割室と下流側分割室との間の流動層高差を適切な大きさにすること

上流側から下流側に流れるためには、上流側分割室の流動層高が下流側分割室の流動層高より大きくなければならないが、一方、その差は小さい方が望ましい。例えば、7分割室型流動層炉の場合、流動層高差が仮に200mmあるとすれば、全部で1200mm（200mm×6）という大きい値となり、流動層高の平均が1000mmや2000mmのプロセスには適用できなくなる（適用する場合は余分の配慮が必要となる。即ち炉の高さを大きくする必要があり、かつ供給ガス圧力も最も高い流動層高に適合させる必要があるため、設備と運転の両コストの上昇を招いてしまう。また、分割室間へのガスの分配が困難となる。即ち、ガスを噴出するノズルでの圧損を適切に調

整しないと、ガスが均等に分配されなくなってしまう)。

- 以上の考え方に基づく、従来の多室分割型流動層炉のバックミキシング防止方法の一つは、分割室と分割室を連絡する連絡口の口径を小さくする方法であるが、連絡口を小さくすると、
- 5 前後の分割室の流動層高差が大きくなり、上記したような不都合が生じる。

さらに、従来の流動層炉の欠点について説明する。

③ 連絡口の長さが100mm以下である場合、バックミキシングを生じる。

- 10 一般的に流動層内の各ポイントの圧力は1秒より短い時間周期で変動し、連絡口出入口の圧力差により鉱石が移動する。例えば、第5図に示すように、連絡口を通過する鉱石の流量は変動する。第5図において、記号「+」は上流から下流への流れを示し、記号「-」は下流から上流への流れ（バックミキシング）を示す。従って、連絡口の長さが短いと（例えば、5mm）
- 15 ）、簡単にバックミキシングが生じる。

しかし、この場合、連絡口の長さが長いと、仮に「-」方向の流れを生じてても、「-」方向の流れの鉱石は連絡口内に留まっており、従って、結果的に「+」方向への流れとなる。

- 20 ④ 連絡口の入口付近および出口付近に鉱石の密な下降流がない場合、前後の分割室の流動層高差が大きくなり、且つバックミキシングを生じる。

- 連絡口の入口付近および出口付近に鉱石の密な下降流がない場合、連絡口内に空隙部を生じて多量のガスが通過する。この
- 25 ことは流動層高差が大きくなることにつながる。また、ガスが上流側と下流側の間を流れることにより、バックミキシングを生じてしまう。

本発明は従来の技術の有するこのような問題点に鑑みてなさ

れたものであつて、その目的は、バックミキシングを生じさせずに、前後の分割室の流動層高差が適正な大きさである流動層炉を提供することにある。

5   〔発明の開示〕

上記目的を達成するために、本発明は、連絡口の上下方向の高さを一定以下とし、分割室と分割室を連絡する連絡口の長さを一定以上の大きさとし、連絡口入出口とガス吹出しノズル端面との距離を一定以上にし、さらに、連絡口の上面の角部とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度を粉粒体原料の安息角より大きくすることにより、連絡口の入口付近および出口付近に原料が停滞せず、バックミキシングを生じることなく、上流側分割室の原料は連絡口を経て下流側分割室へ移動することが可能になる。

15   すなわち、本発明の要旨は、一方の側面から投入された粉粒体原料を炉内下部に配置したガス分散器に設けた多数のガス吹出しノズルより吹出される反応ガスにより流動させつつ反応を行って他方の側面から成品を排出するバブリング型流動層炉であつて、流動層を仕切板によって複数の分割室に分割し、上記  
20   仕切板の下部に上流側分割室から下流側分割室へ原料を移動させるための連絡口を設け、該連絡口を通過する原料の平均移動速度が500mm/秒以下である流動層炉において、以下の条件を満たすことを特徴としている。

連絡口の上下方向の位置が流動層高の1/4以下であり、  
25   連絡口の長さが100mm以上であり、

ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きの場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が150mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が50mmよ

り大きく、

ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ水平方向の場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が200mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が100mmより大きく、

5 く、

ガス吹出しノズルの吹出し方向が斜め下向きの場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が200mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が100mmより大きく、

連絡口の上流側および下流側のいずれの開口部においても、  
10 連絡口の上面の角部とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度を粉粒体原料の安息角より大きくしている。

上記のように構成される流動層炉の各構成要素の限定理由について、本発明の作用との関係において以下に詳細に説明する。

(1) 連絡口内をガスのみが流れないようにする。

15 連絡口内をガスが流れると圧損が大きくなるので、前後の分割室の流動層高差は大きくなり（同じ粉粒体流量に対して）、且つバックミキシングを生じてしまう。これを防止するためには、連絡口内に粉粒体が充満していることが必要である。すなわち、連絡口内に粉粒体のみが存在すれば、上流側流動層と下  
20 流側流動層の圧力差により、粉粒体全体が上流側から下流側に押し出されるようにして移動する（一時的または瞬間的に、少し下流側から上流側へ移動しても、その移動距離が連絡口の長さよりも小さければ問題はない）。

そこで、連絡口内にガス流れが存在しないようにするために  
25 は、以下の手段を採用することが好ましい。

① 連絡口の上下方向の位置を流動層高の1/4以下とすること。

連絡口の上下方向の位置が高すぎるのは好ましくない。とい



うのは、流動層内の粉粒体の密度は上部では薄く、連絡口の位置が高いところにあると、連絡口内にガスが流入しやすくなるからである。従って、連絡口の上下方向の位置は流動層高の  $1/4$  以下であることが好ましい。

- 5      ② 連絡口入口付近に粉粒体の密な下降流を形成すること。

第6図に示すように、分散板10に設けるガス吹出しノズル11の位置を仕切板6より適正な距離だけ離すと、第6図に矢印で示すように粉粒体は移動して連絡口9付近には密な下降流が生じる。この連絡口入口付近の密な下降流に阻止されて、連絡口内にガスが流入することはない。

- ③ 連絡口入口付近の粉粒体の密な下降流の厚さを大きくすること。

連絡口内を経て粉粒体が上流側から下流側へ移動するとき、第7図(a)に示すように、この粉粒体の下降流の一部が連絡口9内に流れ込む。このとき、下降流の厚さが薄いと、第7図(b)に示すように、粉粒体Pのみならず、ガスGまでも連絡口9内に多量吸い込まれてしまう。多量のガスが連絡口内に吸い込まれると、上記したような問題が生じる。そこで、連絡口入口付近の粉粒体の密な下降流の厚さは大きくなければならないことになる。

以上、連絡口入口付近に粉粒体の密な下降流を形成し、しかも、その下降流の厚さを大きくする要因について実験を行った結果、第8図に示すように、連絡口9とガス吹出しノズル(11a、11b、11c)の相対位置が重要であることが判明した。すなわち、ガス吹出しノズルが連絡口9に近すぎる場合には、粉粒体の下降流の厚さは非常に薄く(または、下降流は形成されず)、連絡口内にガス流れが生じるので、連絡口内を粉粒体が移動し得ないことが分かった。これに対して、ガス吹出

しノズルの位置が連絡口 9 から離れていればいるほど、連絡口入口付近の下降流の厚さは大きくなることが分かった。

すなわち、第 9 図 (a) に示すように、ガス吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きである上向きノズル 11 a の場合、第 8 図 (a) に示す連絡口 9 の入口と上向きノズル 11 a の端面との距離  $X$  を 150 mm より大きくするのが好ましい。また、第 9 図 (b) に示すように、ガス吹出し方向がほぼ水平方向である水平向きノズル 11 b の場合 (なお、ノズル内流速は 10 ~ 80 m/秒)、第 8 図 (b) に示す連絡口 9 の入口と水平向きノズル 11 b の端面との距離  $X$  を 200 mm より大きくするのが好ましい。また、第 9 図 (c) に示すように、ガス吹出し方向が斜め下向きである斜め下向きノズル 11 c の場合 (なお、ノズル内流速は 10 ~ 80 m/秒)、第 8 図 (c) に示す連絡口 9 の入口と斜め下向きノズル 11 c の端面との距離  $X$  を 200 mm より大きくするのが好ましい。

但し、距離  $X$  の上記限定は、連絡口内の粉粒体の平均移動速度が 500 mm/秒以下の場合に適用される。というのは、粉粒体の平均移動速度がこれよりも大きい場合、距離  $X$  を一定以上に限定するまでもなく、バックミキシングを一切生じることなく、粉粒体は連絡口の入口から出口に向かって移動するからである。なお、粉粒体の平均移動速度とは、粉粒体の投入量  $A$  (ton/hr) をその嵩比重  $\gamma$  (ton/m<sup>3</sup>) で除することによって得られる流量  $Q$  (m<sup>3</sup>/hr) を連絡口の断面積 (m<sup>2</sup>) で除することによって得られる数値 (m/hr) をいう。

④ 連絡口出口付近にも粉粒体の密な下降流を形成すること。

連絡口出口付近に粉粒体の密な下降流が形成されない場合、第 10 図に示すように、連絡口 9 内の出口部分には粉粒体が存在せずに粉粒体が充填している連絡口の有効長さが短くなる。

すると、上記したように、バックミキシングが生じやすくなる。  
そこで、連絡口出口付近にも入口と同様に密な下降流を形成  
することが好ましく、そのための方法は入口の場合と同様にガス  
吹出しノズル端面と連絡口出口との距離 $X$ を一定以上にすれば  
5 よいが、出口側では連絡口内の粉粒体がずれ落ちないように押  
圧する程度でよく、下降流の厚さは入口側の場合よりも薄くて  
よい。具体的には、以下のとおりである。

第9図(a)に示すように、ガス吹出し方向がほぼ垂直方向  
の上向きである上向きノズル11aの場合、同上距離 $X$ は50  
10 mmより大きくするのが好ましい。

また、第9図(b)に示すように、ガス吹出し方向がほぼ水  
平方向である水平向きノズル11bの場合、同上距離 $X$ は10  
0 mmより大きくするのが好ましい。

また、第9図(c)に示すように、ガス吹出し方向が斜め下  
15 向きである斜め下向きノズル11cの場合、同上距離 $X$ は10  
0 mmより大きくするのが好ましい。

(2) 連絡口前後の粉粒体が停滞しないようにすること

連絡口前後の粉粒体が、第11図に示すように停滞すると、  
連絡口内の粉粒体が移動しなくなってしまう。この粉粒体を移  
20 動させるには、連絡口前後の分割室の流動層高差を非常に大き  
くしなければならない(例えば、数100 mmという非経済的  
な値にしなければならない)。この停滞部分の発生の有無は、  
連絡口とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度に依  
存する。一般的には、ガス吹出しノズル近傍の粉粒体はガス流  
25 により持ち上げられるため、第12図に示すように、連絡口9  
の下面の角部Pとガス吹出口Qを結ぶ線Lが水平面に対してな  
す角度 $\alpha$ が粉粒体の安息角より大きいと、連絡口9入口付近に  
粉粒体の停滞部は生じず、連絡口9内の粉粒体は入口から出口

に向けて移動する。しかし、実際には上記角度  $\alpha$  は粉粒体の安息角より多少小さくても連絡口 9 内の粉粒体の移動に支障はないことが分かった。すなわち、第 13 図に示すように、連絡口 9 の上面の角部 R とガス吹出口 Q を結ぶ線 M が水平面に対してなす角度  $\beta$  が粉粒体の安息角より大きければ、問題ないことが分かった。というのは、 $\alpha$  が粉粒体の安息角より小さくて連絡口入口付近に多少停滞部が存在しても、線 M およびその近傍の（線 M より下方）のかなりの粉粒体は下降流に伴われて斜面上をずり落ちていくので、連絡口内の粉粒体の移動を実質的に阻止することはないからである。

従って、連絡口 9 の上面の角部とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度は粉粒体の安息角より大きいことが好ましい。

以上の角度  $\alpha$ 、 $\beta$  と粉粒体の安息角との関係は連絡口出口においても同様にするのが好ましい。

なお、このことは分散板のみならず、公知の種々のガス分散器に関しても同様である。

### (3) その他

① 連絡口下面がガス吹出しノズルの吹出し部先端より上方に位置することが好ましい。連絡口内に停滞部が生じにくくなるからである。

② 連絡口の上流側開口部が下流側に向かって漸次径小となることが好ましい。粉粒体が連絡口内に入りやすくなるからである。

③ 連絡口の上流側開口部の下面部分が仕切板端面より上流側に向けて突出していることが好ましい。連絡口の入口付近に粉粒体の密な下降流ができやすくなるからである。また、その突出している部分の上面の角部が斜めに切断されていることが

好ましい。連絡口入口付近に停滞部が生じにくくなるからである。

④ 突出している部分の上面が上流側から下流側に向けて下方に傾斜していることが好ましい。連絡口内を粉粒体が流れやすくなるからである。

⑤ 連絡口が上流側から下流側に向かって下方に傾斜していることが好ましい。連絡口内を粉粒体が流れやすくなるからである。

⑥ 上記傾斜角が粉粒体の安息角より大きいことが好ましい。停滞部が生じにくくなるからである。

⑦ 連絡口の下流側開口部の下面部分が仕切板端面より下流側に向けて突出していることが好ましい。連絡口出口付近に粉粒体の密な下降流が形成されるからである。また、その突出している部分の上面の角部が斜めに切断されていることが好ましい。連絡口出口付近に停滞部が生じにくくなるからである。

⑧ 連絡口が仕切板の上流側および下流側の両端面より突出していることが好ましい。仕切板の厚みに関係なく、連絡口の入口側および出口側付近に粉粒体の密な下降流が形成されるからである。

⑨ 連絡口の間中部に1個または複数個のガス吹出しノズルを設け、そのガス吹出しノズルより連絡口内に反応ガスを吹出すことが好ましい。このようにすることで、連絡口内に粉粒体が停滞しないようにすることができるからである。この反応ガスとしては、流動層炉に導入されるガスの一部または外部より導入したガスを使用することができる。また、ガス吹出しノズルの先端部に多孔質の材料、例えば、多孔質の耐火物（レンガ）を使用することもできる。また、ガス吹出しノズルの先端部が上流側から下流側に向けて斜めに曲がっていれば、連絡口内に

における粉粒体の停滞を抑止する効果はさらに向上するので好ましい。

本発明は上記のとおり構成されているので、次に記載するような効果を達成することができる。

- 5      ① 請求の範囲第1項記載の発明によれば、バックミキシングが生じることなく、しかも上流側と下流側の分割室の流動層高差を適正な大きさに維持しつつ、粉粒体原料は連絡口内を上流側から下流側に向けて移動しうる流動層炉を提供することができる。従って、設備コストと運転コストの低い流動層炉を実現
- 10    現することができる。
- ② 請求の範囲第2項記載の発明によれば、連絡口内に粉粒体原料が停滞しにくい流動層炉を提供することができる。
- ③ 請求の範囲第3項記載の発明によれば、連絡口内に粉粒体原料が流入しやすい流動層炉を提供することができる。
- 15    ④ 請求の範囲第4項記載の発明によれば、連絡口の入口付近に粉粒体原料の密な下降流が形成されやすい流動層炉を提供することができる。
- ⑤ 請求の範囲第5項記載の発明によれば、連絡口の入口付近に粉粒体原料が停滞しにくい流動層炉を提供することができ
- 20    る。
- ⑥ 請求の範囲第6項、第7項、第8項記載の発明によれば、連絡口内を粉粒体原料が移動しやすい流動層炉を提供することができる。
- ⑦ 請求の範囲第9項記載の発明によれば、連絡口の出口付
- 25    近に粉粒体原料の密な下降流が形成されやすい流動層炉を提供することができる。
- ⑧ 請求の範囲第10項記載の発明によれば、連絡口の出口付近に粉粒体原料が停滞しにくい流動層炉を提供することがで

きる。

- ⑨ 請求の範囲第11項記載の発明によれば、連絡口の入・出口付近に粉粒体原料の密な下降流が形成されやすく、しかもバックミキシングが生じにくくて、仕切板の厚さに関係なく、
- 5 連絡口内を粉粒体原料が上流側から下流側に向けて移動しうる流動層炉を提供することができる。

⑩ 請求の範囲第12項、第13項、第14項記載の発明によれば、連絡口内に粉粒体原料が停滞しにくい流動層炉を提供することができる。

10

〔図面の簡単な説明〕

第1図は、多室分割型流動層炉の一実施例の縦断面図である。

第2図は、流動層炉における原料鉱石量と炉内滞留時間との関係を示す図である。

- 15 第3図は、流動層炉内の原料の移動の様子を模式的に説明する図である。

第4図は、流動層炉における原料鉱石量と炉内滞留時間との関係を示す図である

- 20 第5図は、分割室と分割室を連絡する連絡口内の原料の移動の様子を説明する図である。

第6図は連絡口入口付近の粉粒体の流れを説明する図である。

第7図(a)(b)は、連絡口入口付近の粉粒体の流れを説明する別の図である。

- 25 第8図(a)(b)(c)は、連絡口入口とガス吹出しノズル端面との距離Xを説明する図である。

第9図(a)は、上向きノズルの断面図、第9図(b)は水平向きノズルの断面図、第9図(c)は斜め下向きノズルの断面図である。

第 10 図は、連絡口出口付近の粉粒体の充填状況を説明する図である。

第 11 図は、連絡口入口付近の粉粒体の停滞状況を説明する図である。

- 5 第 12 図は、連絡口上流側の開口部の下面の角部 P とガス吹出口 Q とを結ぶ線が水平面に対してなす角度 ( $\alpha$ ) を説明する図である。

- 第 13 図は、連絡口上流側の開口部の上面の角部 R とガス吹出口 Q とを結ぶ線が水平面に対してなす角度 ( $\beta$ ) を説明する  
10 図である。

第 14 図 (a) (b) は、連絡口の上流側開口部が下流側に向かって漸次径小となる例を示す断面図である。

第 15 図は、連絡口の上流側開口部の下面部分が仕切板端面より突出している例を示す断面図である。

- 15 第 16 図は、第 15 図の突出している部分の上面の角部を斜めに切断した例を示す断面図である。

第 17 図は、第 15 図の突出している部分の上面が上流側から下流側に向けて下方に傾斜している例を示す断面図である。

- 第 18 図は、連絡口が上流側から下流側に向けて下方に傾斜  
20 している例を示す断面図である。

第 19 図は、連絡口の下流側開口部の下面部分が仕切板端面より突出している例を示す断面図である。

第 20 図は、第 19 図の突出している部分の上面の角部を斜めに切断した例を示す断面図である。

- 25 第 21 図は、連絡口が仕切板の上流側および下流側の両端面より突出している例を示す断面図である。

第 22 図は、連絡口の間中部にガス吹出しノズルを設けた例を示す断面図である。



第23図は、連絡口の間中部に設けたガス吹出しノズルの先端部に多孔質の材料を使用した例を示す断面図である。

第24図は、連絡口の間中部に設けたガス吹出しノズルの先端部が上流側から下流側に向けて斜めに曲がっている例を示す断面図である。

第25図は、従来の流動層炉の一例を示す概略構成図である。

[発明を実施するための最良の形態]

以下に本発明の実施例を実験条件とともに図面を参照しながら説明する。

(1) 実験条件 (1例)

① 粉粒体原料

- a 嵩比重  $2.0 \text{ ton/m}^3$  の鉄鉱石粉を流動層炉実験設備内に  $2.0 \text{ ton/hr}$  投入した。
- 15 b 嵩比重  $1.5 \text{ ton/m}^3$  の珪石粉を流動層炉実験設備内に  $2.0 \text{ ton/hr}$  投入した。

なお、流動層炉実験設備は内部の粉粒体原料の流動現象を明瞭に観察しうるようなプラスチック製の円筒容器を使用した。第1図に示す実際の流動層炉との大きな違いは、分散板2を支持する支持パイプ12がないことと、流動層4を仕切る仕切板5の数を1枚としたことである。また、使用したガスは空気であり、温度は常温である。

② 仕切板下部に設けた連絡口の高さは流動層高の約  $1/4$  以下とした。

25 ③ 連絡口の口径は  $150 \text{ mm}$  とした。

④ ①および③の条件より、連絡口を通過する粉粒体原料の平均移動速度は、鉄鉱石粉の場合、 $20 \text{ mm/秒}$  となり、珪石粉の場合、 $3.0 \text{ mm/秒}$  となる。

(2) 基本形式 (第8図に示す構成のもの)

連絡口9の長さは200mmである。ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きの場合、入口側の距離Xは200mmとし、出口側の距離Xは200mmとした。また、ガス吹出しノズルの吹出し方向が斜め下向きの場合、入口側の距離Xは250mmとし、出口側の距離Xは200mmとした。また、角度 $\beta$  (第13図参照) は $45^\circ$ とした (鉄鉱石粉の安息角は $40^\circ$ であり、珪石粉の安息角は $30^\circ$ である)。以上の条件で鉄鉱石粉または珪石粉の流動化実験を行ったところ、

10 いずれの粉粒体原料においても、連絡口9を通過する原料は連絡口入出側の圧力差の影響により、出口側へ一定距離移動した後に入口側へ僅か移動するという運動を行いながら、バックミキシングを生じることなく、上流側の分割室から下流側の分割室へ移動した。

15 なお、ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きの場合、連絡口入口側の距離Xが150mm以下で連絡口出口側の距離Xが50mm以下の場合には、連絡口内にガスが流れ、上流側と下流側の分割室の流動層高差が異常に大きくなり (約200mm)、かつバックミキシングを生じた。また、ガス吹出しノズルの吹出し方向が斜め下向きの場合、連絡口入口側の距離Xが200mm以下で連絡口出口側の距離Xが100mm以下の場合には、同様の現象が生じた。

20

また、角度 $\beta$ が粉粒体の安息角以下の場合、連絡口入口付近に停滞部が生じ、粉粒体原料は連絡口内を移動することができ

25 なかった。

(3) 連絡口の上流側開口部を下流側に向かって漸次径小化したもの

第14図 (a) に示すものは、連絡口9の上流側開口部を曲

面状に形成したものであり、第14図(b)に示すものは、連絡口の上流側開口部を斜めに切断したものであり、いずれの形状のものも粉粒体原料がスムーズに連絡口9に流入する様子が確認できた。

- 5 (4) 連絡口の上流側開口部の下面部分を仕切板端面より上流側に向けて突出させたもの

第15図に示すように、連絡口9の上流側開口部の下面部分13を上流側に向けて突出させると、連絡口9の入口付近に粉粒体の密な下降流が形成されるのが確認でき、粉粒体は連絡口  
10 9内を入口から出口に向けて、バックミキシングを生じることなく移動する様子が確認できた。

(5) 第15図に示す突出している部分の上面の角部を斜めに切断したもの

第15図に示す構成の場合、下面部分13上に粉粒体の停滞  
15 部が若干発生したが、第16図に示すように、下面部分13の上面の角部を斜めに切断することにより、この停滞部が殆ど存在しなくなったことが確認できた。

(6) 第15図に示す突出している部分の上面を上流側から下流側に向けて下方に30°傾斜させるようにしたもの

20 第17図に示すように、下面部分13を上流側から下流側に向けて下方に30°傾斜させると、連絡口入出側の流動層圧力差に加えて粉粒体の自重が付加されるので、第15図または第16図に示す構成のものに比べて、連絡口9内の粉粒体の移動がやや促進される様子が確認できた。

- 25 (7) 連絡口が上流側から下流側に向けて下方に傾斜しているもの

第18図に示すように、連絡口9を上流側から下流側に向けて下方に30°傾斜させると、連絡口内の粉粒体の移動は第8

図に示す構成のものに比べてやや促進される様子が確認できた。

なお、第 17 図と第 18 図における傾斜角度は、粉粒体の移動を促進するために約  $30^\circ$  以上とするのが好ましい。

(8) 連絡口の下流側開口部の下面部分を仕切板端面より下流  
5 側に向けて突出させたもの

第 19 図に示すように、連絡口 9 の下流側開口部の下面部分  
13 を下流側に向けて突出させると、連絡口 9 の出口付近に粉  
粒体の密な下降流が形成されるのが確認でき、粉粒体は連絡口  
9 内を入口から出口に向けて、バックミキシングを生じること  
10 なく移動する様子が確認できた。

(9) 第 19 図に示す突出している部分の角部を斜めに切断し  
たもの

第 19 図に示す構成の場合、下面部分 13 上に粉粒体の停滞  
部が若干発生したが、第 20 図に示すように、下面部分 13 の  
15 上面の角部を斜めに切断することにより、この停滞部が殆ど存  
在しなくなったことが確認できた。

(10) 厚さ 100 mm 以下の仕切板の下部に 100 mm 以上  
の長さの連絡口を上流側と下流側に向けて突出させたもの

上記いずれの例においても、仕切板をカットして連絡口を設  
20 けてあるが、第 21 図に示すようなパイプ状の連絡口 9a を仕  
切板 6 に設けることによっても同様な結果が得られることが確  
認されている。

(11) 連絡口の間中部にガス吹出しノズルを設けたもの

第 22 図は、連絡口 9 の中間部にガス吹出しノズル 14 を設  
25 け、そのガス吹出しノズル 14 より連絡口 9 内に、流動層炉に  
導入される反応ガスの一部を吹出すようにしたものである。こ  
のようにすることで、連絡口 9 内における粉粒体の停滞部がほ  
とんど存在しなくなったことが確認できた。

第 2 3 図は、ガス吹出しノズル 1 4 の先端部に多孔質の材料 1 5（多孔質の耐火物（レンガ））を使用した場合を示す。このようにノズル先端部を多孔質の材料にしても、第 2 2 図の場合と同じように、連絡口 9 内における粉粒体の停滞を抑制する 5 効果が確認できた。

第 2 4 図は、連絡口 9 に 3 個のガス吹出しノズル 1 4 a、1 4 b、1 4 c を設け、ガス吹出しノズル 1 4 a、1 4 b、1 4 c の先端部を上流側から下流側に向けて斜めに曲げたものである。このようにすることで、連絡口 9 内における粉粒体の停滞 10 は完全になくなったことを確認できた。

〔産業上の利用の可能性〕

本発明は以上説明したように構成されているので、バックミキシングを生じさせずに、前後の分割室の流動層高差が適正な 15 大きさである、流動状態にある粉粒体を処理する流動層炉として適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 一方の側面から投入された粉粒体原料を炉内下部に配置したガス分散器に設けた多数のガス吹出しノズルより吹出される反応ガスにより流動させつつ反応を行って他方の側面から成品を排出するバブリング型流動層炉であって、流動層を仕切板によって複数の分割室に分割し、上記仕切板の下部に上流側分割室から下流側分割室へ原料を移動させるための連絡口を設け、該連絡口を通過する原料の平均移動速度が500 mm/秒以下である流動層炉において、以下の条件を満たすことを特徴とする多室分割型流動層炉。

連絡口の上下方向の位置が流動層高の1/4以下であり、  
連絡口の長さが100 mm以上であり、

- 15 ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ垂直方向の上向きの場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が150 mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が50 mmより大きく、

- 20 ガス吹出しノズルの吹出し方向がほぼ水平方向の場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が200 mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が100 mmより大きく、

- 25 ガス吹出しノズルの吹出し方向が斜め下向きの場合、連絡口入口と上流側ノズル端面との距離が200 mmより大きく、連絡口出口と下流側ノズル端面との距離が100 mmより大きく、

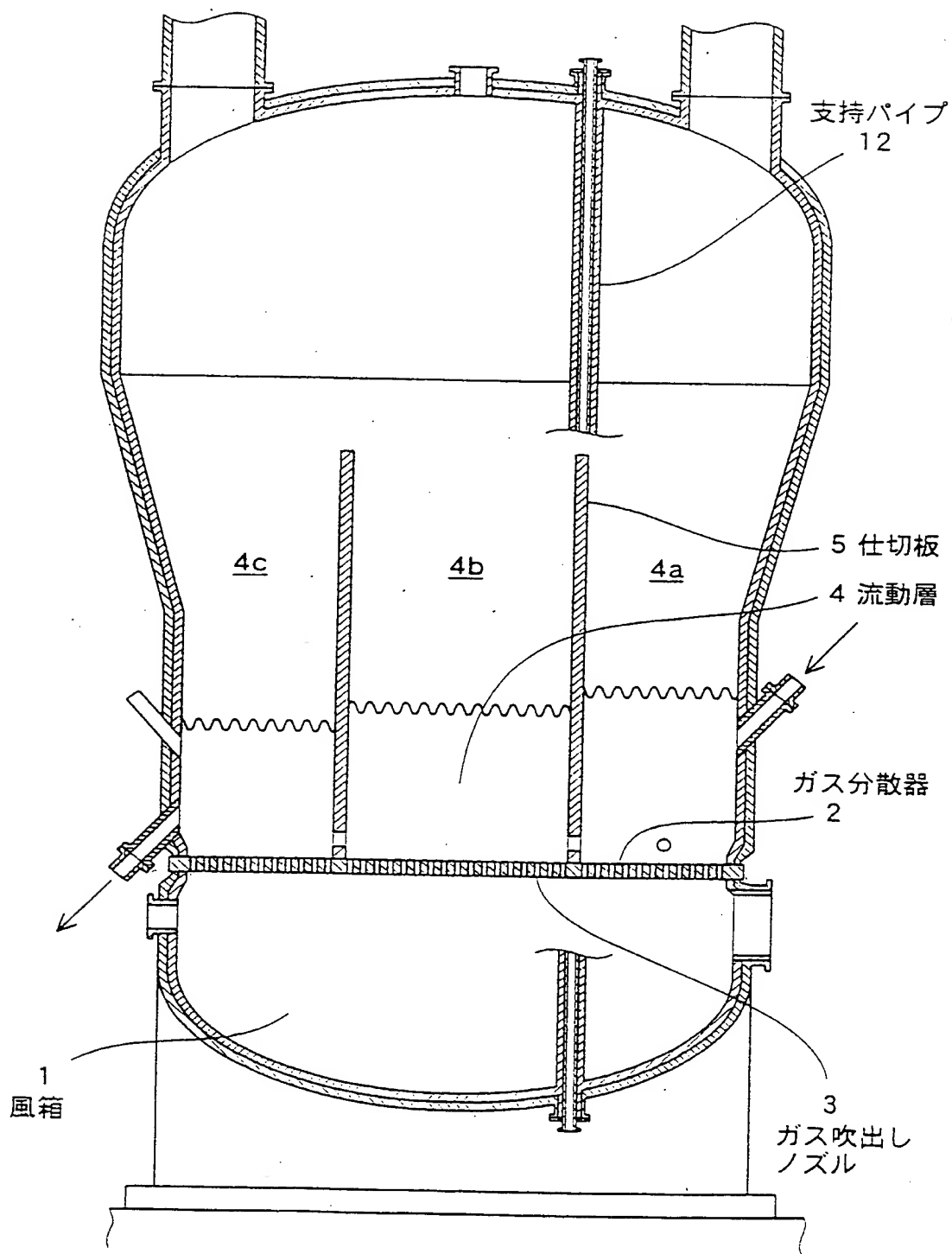
連絡口の上流側および下流側のいずれの開口部においても、連絡口の上面の角部とガス吹出口とを結ぶ線が水平面に対してなす角度を粉粒体原料の安息角より大きくしたこと。

2. 連絡口下面がガス吹出しノズルの吹出し部より上方に位置することを特徴とする請求の範囲第1項記載の多室分割型流動層炉。
3. 連絡口の上流側開口部が下流側に向かって漸次径小となる
- 5 ことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の多室分割型流動層炉。
4. 連絡口の上流側開口部の下面部分が仕切板端面より上流側に向けて突出していることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の多室分割型流動層炉。
- 10 5. 突出している部分の上面の角部が斜めに切断されていることを特徴とする請求の範囲第4項記載の多室分割型流動層炉。
6. 突出している部分の上面が上流側から下流側に向けて下方に傾斜していることを特徴とする請求の範囲第4項記載の多室分割型流動層炉。
- 15 7. 連絡口が上流側から下流側に向けて下方に傾斜していることを特徴とする請求の範囲第1項、第2項または第3項記載の多室分割型流動層炉。
8. 傾斜角が粉粒体原料の安息角より大きいことを特徴とする請求の範囲第6項または第7項記載の多室分割型流動層炉。
- 20 9. 連絡口の下流側開口部の下面部分が仕切板端面より下流側に向けて突出していることを特徴とする請求の範囲第1項記載の多室分割型流動層炉。
10. 突出している部分の上面の角部が斜めに切断されていることを特徴とする請求の範囲第9項記載の多室分割型流動層
- 25 炉。
11. 連絡口が仕切板の上流側および下流側の両端面より突出していることを特徴とする請求の範囲の範囲第1項記載の多室分割型流動層炉。

- 1 2. 連絡口の間中部に1個または複数個のガス吹出しノズルを設け、そのガス吹出しノズルより連絡口内に反応ガスを吹出すことを特徴とする請求の範囲第1項記載の多室分割型流動層炉。
  - 5 1 3. ガス吹出しノズルの先端部に多孔質の材料を使用したことを特徴とする請求の範囲第1 2項記載の多室分割型流動層炉。
  - 1 4. ガス吹出しノズルの先端部が上流側から下流側に向けて斜めに曲がっていることを特徴とする請求の範囲第1 2項記載の多室分割型流動層炉。
- 10

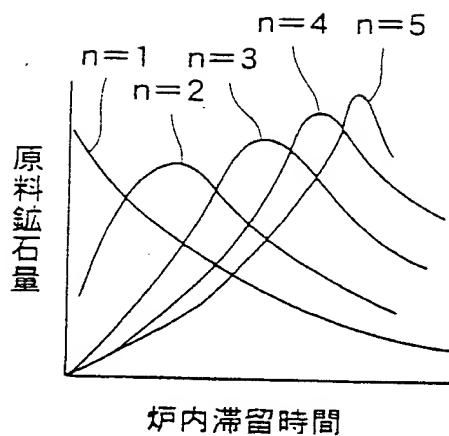


第1図

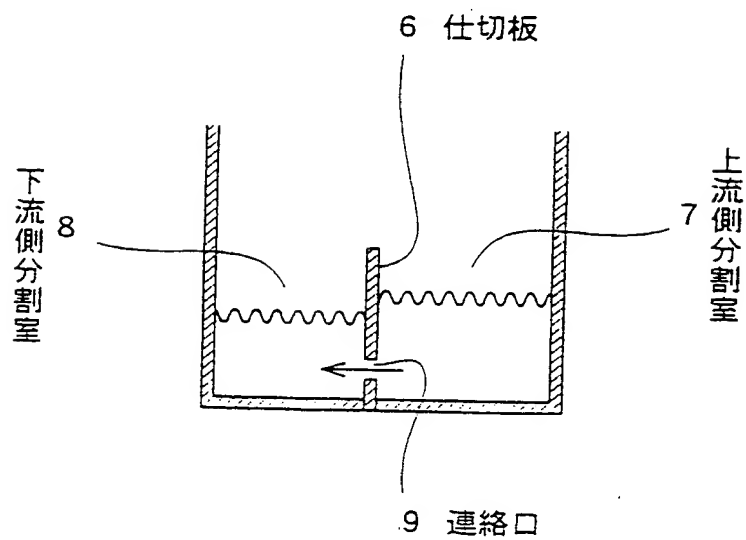




第2図

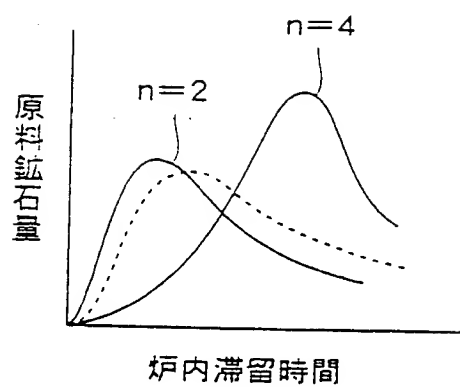


第3図

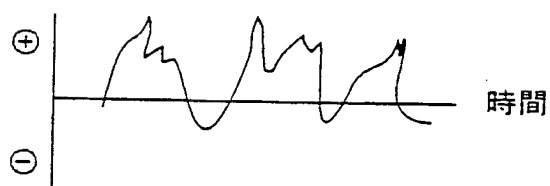




第4図

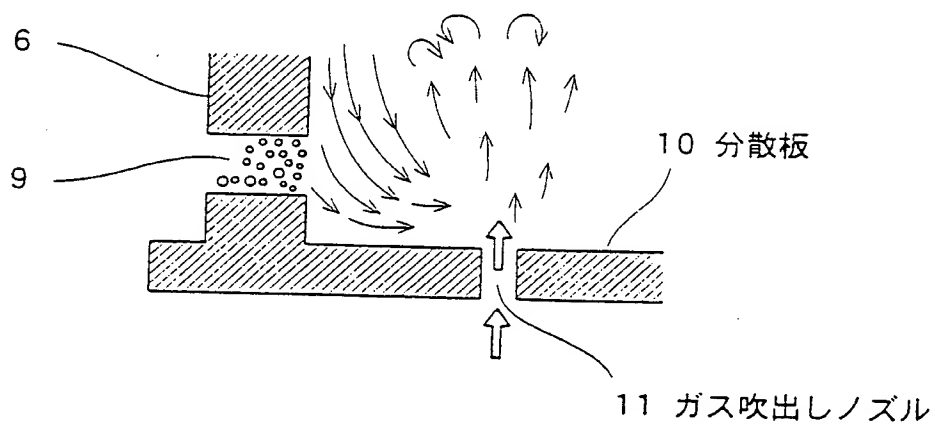


第5図

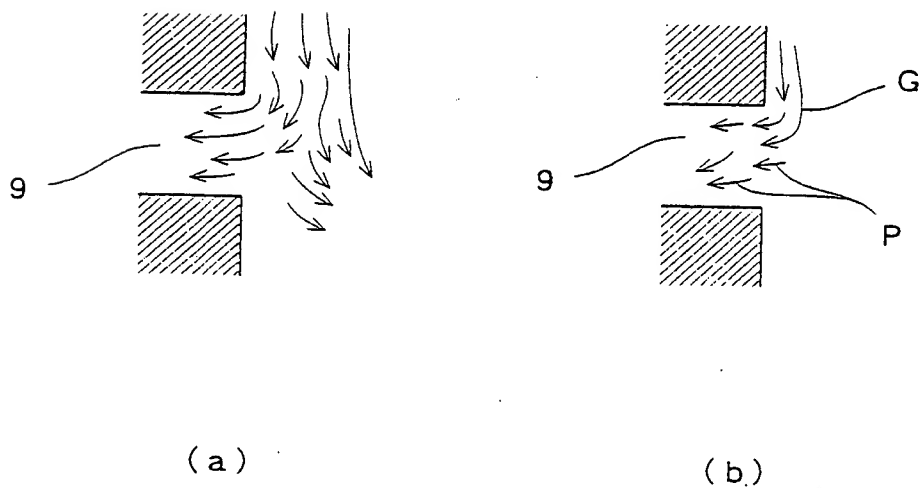




第6図



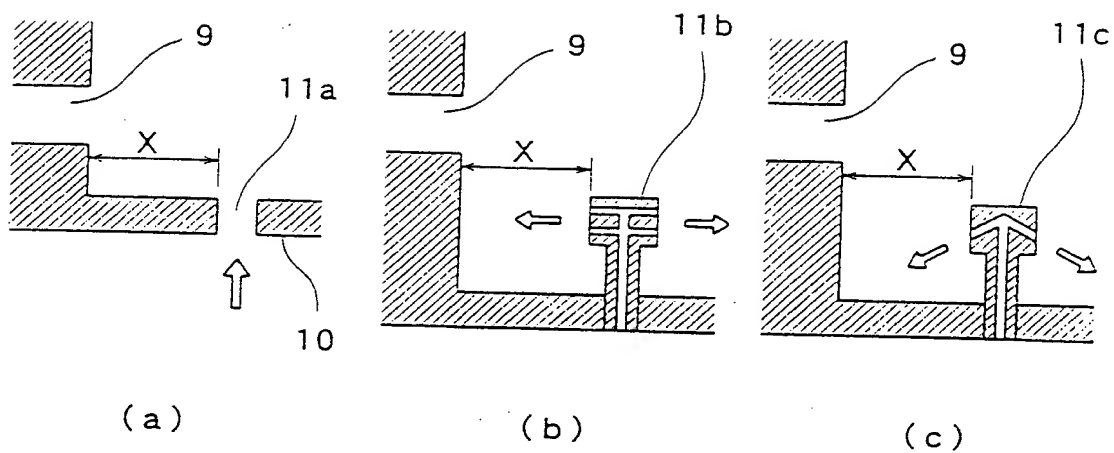
第7図



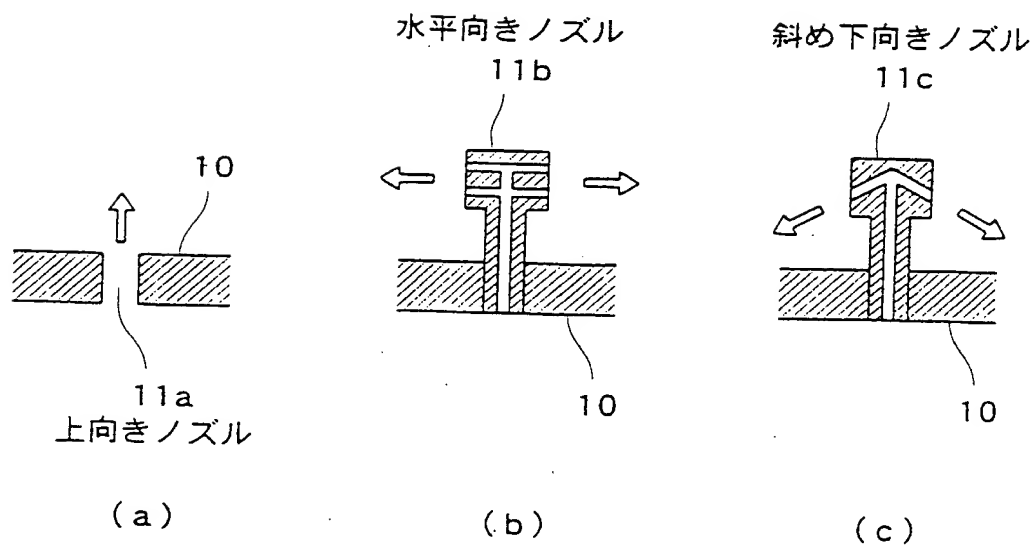




第8図

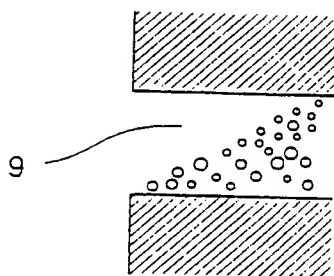


第9図

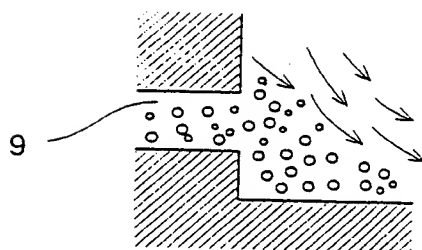




第10図

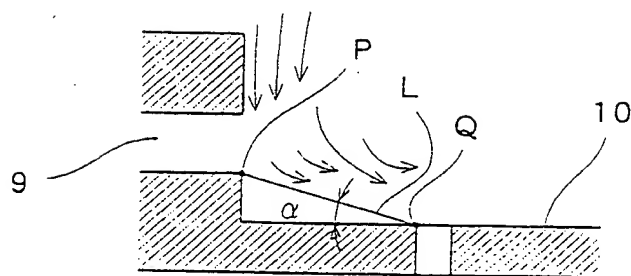


第11図

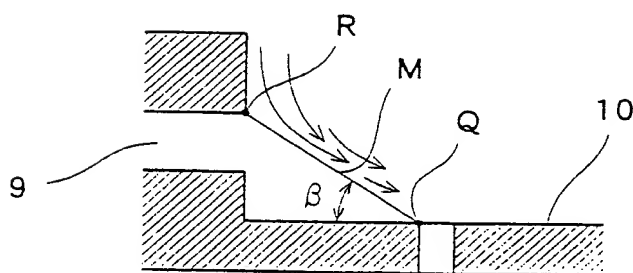




第12図

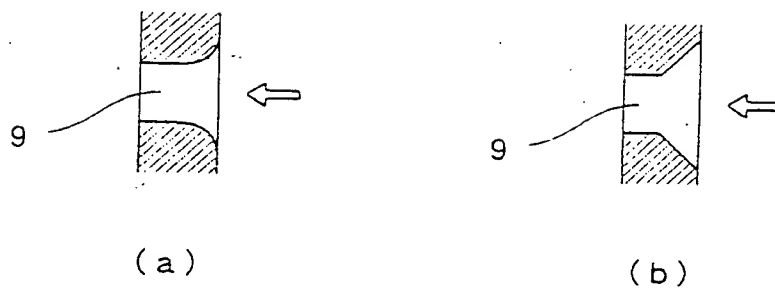


第13図

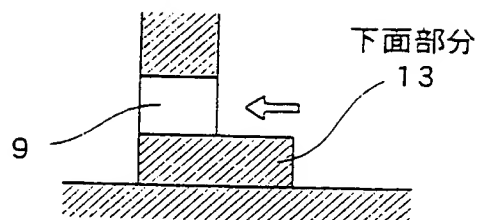




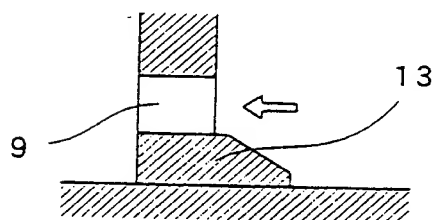
第14図



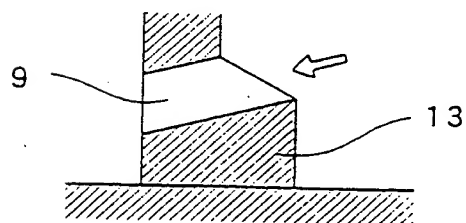
第15図



第16図



第17図



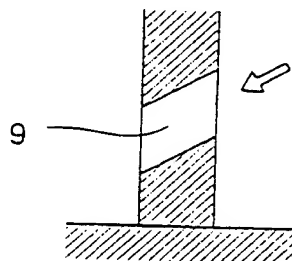


63

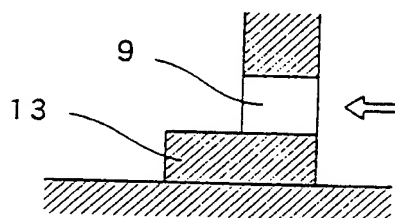
63



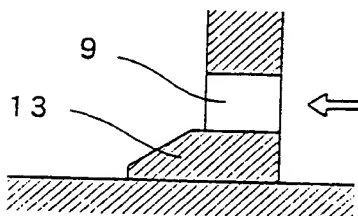
第18図



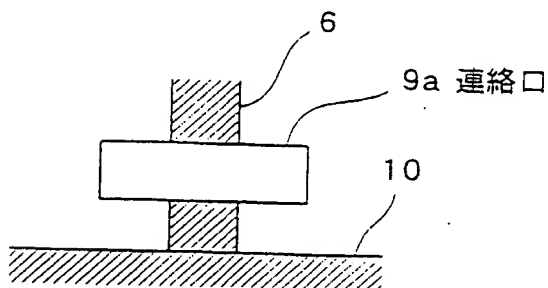
第19図



第20図

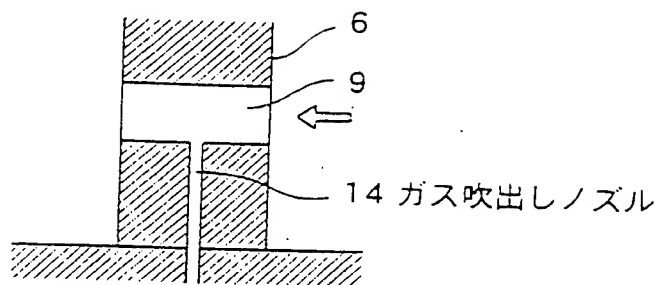


第21図

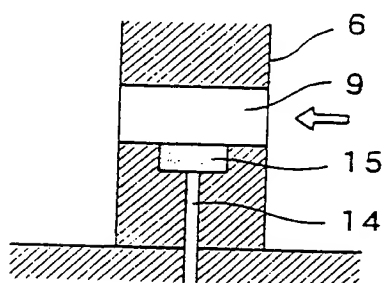




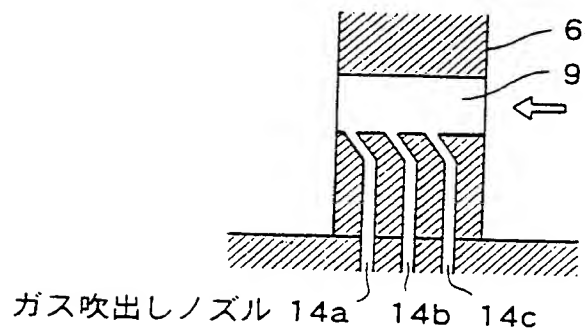
第22図



第23図



第24図

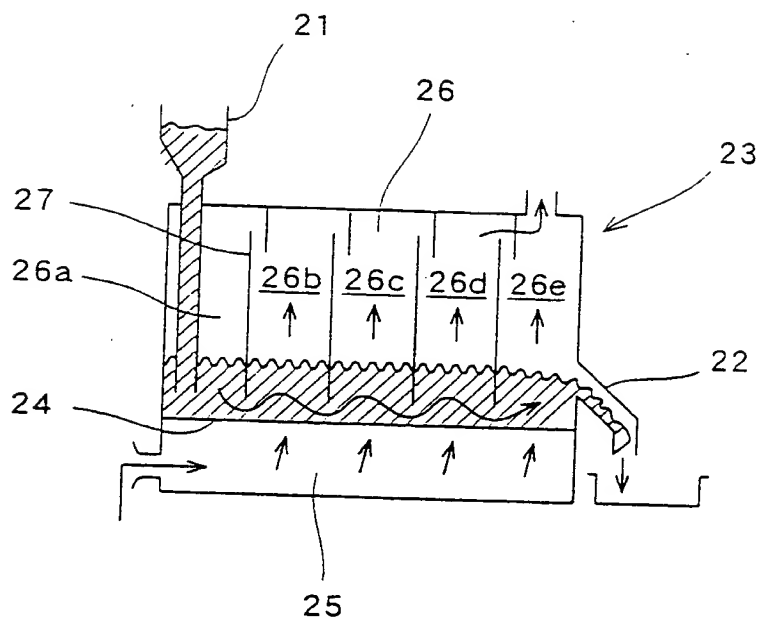




100

100

第25図





〔別 紙〕

1 …風箱、2, 1 0 …ガス分散器（分散板）、3, 1 1, 1 4、  
1 4 a, 1 4 b, 1 4 c …ガス吹出しノズル、4 …流動層、5,  
6 …仕切板、7 …上流側分割室、8 …下流側分割室、9, 9 a  
5 …連絡口、1 1 a …上向きノズル、1 1 b …水平向きノズル、  
1 1 c …斜め下向きノズル、1 2 …支持パイプ、1 3 …下面部  
分





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/04300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>6</sup> F27B15/10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>6</sup> F27B15/10Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 57-500231, A (Rydstad Hans), 12 February, 1982 (12. 02. 82) & US, 4399618, A	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
16 December, 1998 (16. 12. 98)Date of mailing of the international search report  
22 December, 1998 (22. 12. 98)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

